à M. le professeur Bennett
hommage de l'auteur
Cl. Bernard.

(2)

DE

L'ORIGINE DU SUCRE

DANS

L'ÉCONOMIE ANIMALE,

Par le Dr Cl. BERNARD,
Professeur d'Anatomie et de Physiologie expérimentale,
Suppléant de M. Magendie au Collége de France,
Lauréat de l'Institut de France (Académie des Sciences),
Membre de la Société philomatique,
Vice-Président de la Société de Biologie.

Extrait des Archives générales de médecine.

PARIS.
RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 29 BIS.

1848

[illegible]
[illegible]
[illegible]

DE

L'ORIGINE DU SUCRE

DANS L'ÉCONOMIE ANIMALE (1).

Le sucre est répandu avec profusion dans le règne végétal, mais il existe aussi dans les animaux. Les végétaux ne peuvent le trouver tout préparé dans la terre, et il est évident qu'ils le forment dans leurs organes. Chez les animaux, en est-il de même? ou bien le sucre qu'on rencontre dans leur corps est-il fourni exclusivement par les végétaux sucrés et amidonnés qui leur servent d'aliments? Telle est une question importante qui depuis longtemps préoccupe les physiologistes et les chimistes, et que nous allons chercher à résoudre expérimentalement.

Comme aliment, le sucre est une substance neutre qui est consommée par l'homme et les animaux sous des états différents. Les sucres qui habituellement peuvent être introduits dans le tube alimentaire sont : 1° le sucre de canne, ou autrement dit *sucre de la première espèce*, qui se rencontre dans la canne à sucre, la betterave, la carotte, etc. 2° Le sucre de raisin, ou *sucre de la deuxième espèce*, qui existe dans le raisin, les fruits sucrés, etc. La fécule, qui constitue une matière alimentaire très-abondante, doit être rapprochée des sucres, parce que par suite des phénomènes digestifs, elle se change dans le canal intestinal en sucre de la seconde espèce. 3° Le sucre de lait, qui existe dans le lait des animaux, etc.

Ce n'est point ici le lieu de tracer les caractères distinctifs de ces différents sucres ni de déterminer quels sont les changements et les transformations qu'ils doivent subir pour devenir aptes aux phénomènes ultérieurs de la nutrition. Je

(1) Travail présenté à la Société de biologie, dans sa séance du 21 octobre 1848.

constate seulement que certains aliments étant susceptibles de fournir des quantités considérables de matière sucrée, on a pu les considérer comme la source unique d'où provenait le sucre qu'on rencontre dans le sang ou dans les fluides des animaux. C'est, en effet, à cette explication qu'on s'est arrêté dans les idées actuellement régnantes sur la nutrition. On admet aujourd'hui que le sucre n'existe dans le sang des animaux qu'à la condition que ceux-ci aient préalablement mangé des substances qui en contiennent ou qui soient capables d'en produire. Or, d'une part, les faits chimiques acquis apprennent qu'il n'y a que l'amidon, parmi les aliments, qui puisse se transformer en sucre, et d'autre part, rattachant cette question à cette idée ingénieuse que les animaux ne créent aucun principe immédiat et ne font que détruire ceux qui leur sont fournis par le règne végétal, on s'est cru suffisamment autorisé à refuser de la manière la plus explicite à l'organisme animal la faculté de faire du sucre, et on ne lui a reconnu que la seule faculté de le détruire et le faire disparaître. Les faits contenus dans ce travail et dont le détail va suivre nous montreront que la physiologie s'oppose à ce qu'on admette cette manière de voir.

1re *série d'expériences.* — On avait observé que, pendant la digestion d'une alimentation sucrée ou amylacée, le sang de l'homme et des animaux contient du sucre, et on s'était appuyé sur ce fait pour en conclure que le sucre est fourni par les aliments. Le résultat expérimental, pris isolément, est exact, mais l'expérience est incomplète, et par suite la conclusion se trouve fautive, comme on va le voir.

1re *expérience.* — Sur un lapin vivace, bien portant et de taille moyenne, ayant mangé du son et des carottes, j'ai encore ingéré dans l'estomac, à l'aide d'une sonde, 30 gram. d'amidon délayé dans un quart de litre d'eau bouillante puis refroidie.

Cinq heures après, le lapin fut assommé par un coup sur la nuque; aussitôt j'ouvris la poitrine, et je recueillis environ 30 gram. de sang qui s'écoula en divisant les cavités du cœur.

Après une heure, le sang était bien coagulé. J'examinai alors le sérum limpide alcalin séparé du caillot, et j'y constatai la présence du sucre de la manière la plus positive (1).

L'estomac et l'intestin contenaient du sucre provenant des carottes et de la transformation de l'amidon. L'estomac, à réaction acide, contenait de l'amidon non transformé. L'urine était trouble, alcaline, et ne renfermait pas de sucre.

2e *expér.* — Un chien adulte et bien portant, à jeun depuis vingt-quatre heures, mangea sans difficulté 300 gram. de colle fraîche d'amidon prise chez l'épicier. Cinq heures après, le chien fut assommé : j'ouvris aussitôt la poitrine, et je recueillis le sang dans les cavités du cœur. Après trois quarts d'heure, la coagulation étant opérée, je constatai la présence du sucre dans le sérum clair-alcalin, qui s'était séparé du caillot sanguin.

L'estomac, à réaction acide, contenait encore de l'amidon non modifié. Dans l'intestin, qui offrait une réaction alcaline, tout l'amidon était transformé, et on y trouva du sucre en grande quantité. L'urine ne renfermait pas de sucre.

3e *expér.* — Une chienne adulte et bien portante fit un repas copieux de tête de mouton cuite prise chez le tripier, et de plus quelques os de volaille. Sept heures après, l'animal fut assommé. La poitrine étant ouverte aussitôt, je recueillis le sang qui s'écoula de l'incision du cœur. Après une heure et demie, je trouvai le sang coagulé, et un sérum opalin, lactescent, alcalin, s'était séparé. Je l'examinai, et j'y constatai, d'une manière non équivoque, la présence du sucre. L'animal était en pleine digestion intestinale. Les matières renfermées dans l'estomac et l'intestin grêle avaient une réaction acide, et ne contenaient pas les moindres traces de sucre. L'urine, à réaction acide, ne renfermait pas non plus de sucre.

4e *expér.* — Un chien adulte et bien portant fut laissé sans nourriture. Après deux jours d'une abstinence complète d'aliments solides et liquides, l'animal fut assommé. La poitrine ouverte aussitôt, je recueillis le sang dans les cavités du cœur, et une heure après, il s'était séparé du caillot un sérum limpide, non lactescent et alcalin ; je l'examinai aux réactifs, et j'y constatai la présence du sucre avec la plus grande évidence.

---

(1) Le procédé mis en usage pour rechercher le sucre sera exposé avec détail dans la 3e série d'expériences.

L'estomac et l'intestin grêle, absolument vides et revenus sur eux-mêmes, ne renfermaient par conséquent pas de sucre. Il y avait dans le gros intestin un peu de matières fécales dures et noires. L'urine acide ne contenait pas de sucre.

Les expériences ci dessus rapportées ont été reproduites un grand nombre de fois avec des résultats semblables. Le fait général qui en découle est facile à saisir : c'est qu'il existe constamment du sucre dans le sang des animaux avec tous les régimes alimentaires, et même avec celui de l'abstinence. On avait donc eu tort de s'appuyer sur la présence du sucre dans le sang pendant la digestion des féculents pour conclure qu'il venait des aliments; car si, pour les animaux qui font le sujet des 1re et 2e expériences, le sucre trouvé dans leur canal alimentaire peut nous rendre compte de celui qui était dans leur sang, il est évident que cette raison ne peut plus être valable pour l'animal de la 3e expérience, qui n'avait mangé que de la viande et chez lequel on a constaté l'absence de matière sucrée dans les voies digestives. Pour l'animal de la 4e expérience, à jeun depuis deux jours et ayant le canal alimentaire vide, la chose deviendrait encore plus difficile à expliquer.

Cet exemple pourrait être choisi parmi beaucoup d'autres pour montrer combien l'erreur peut devenir facile en physiologie, quand on ne se débarrasse pas des idées préconçues et quand on ne fait pas des expériences comparatives. En effet, si on eût eu moins de confiance dans la théorie qu'on voulait étayer, on ne se serait pas contenté d'examiner le sang des animaux en digestion d'aliments féculents ou sucrés; on aurait songé à examiner le sang comparativement dans d'autres alimentations, et on aurait sans doute, comme moi, été conduit à rechercher et à trouver la provenance du sucre chez les animaux qui ne mangent ni matière sucrée

ni amidon. L'exposé de cette recherche va faire le sujet de la 2ᵉ série d'expériences.

2ᵉ *série d'expériences.* — D'où provient le sucre qui existe dans le sang des animaux qui sont nourris avec de la viande ou bien qui sont soumis à l'abstinence? Telle est la question intéressante pour la solution de laquelle nous allons actuellement instituer des expériences nouvelles. Il était bien présumable que la matière sucrée n'avait pas été fabriquée dans le cœur, où nous l'avons rencontrée, mais qu'elle n'y avait été que simplement transportée d'un point quelconque de l'organisme. Après quelques tâtonnements que je crois inutile de rapporter ici, je fus conduit à rechercher la source du sucre du côté des organes glandulaires de l'abdomen, et voici comment j'expérimentai.

1ʳᵉ *expér.* — Un chien adulte et bien portant, ayant fait un repas copieux d'os et de débris de viande cuite, fut assommé sept heures après. Aussitôt j'ouvris l'abdomen, et je constatai les phénomènes qui accompagnent la digestion quand elle est en pleine activité, c'est-à-dire un état turgescent de tous les organes du bas-ventre, dans lesquels la circulation se faisait très-activement, et de plus, la réplétion des vaisseaux chylifères et du canal thoracique par un chyle blanc laiteux, bien homogène.

Je recueillis: 1° le sang qui s'écoula de l'incision faite au tronc de la veine porte vers le point où la veine splénique vient s'y aboucher; 2° j'obtins du chyle en ouvrant le canal thoracique; 3° enfin, je pris du sang dans les cavités du cœur. Je séparai ensuite avec soin le contenu de l'estomac et de l'intestin grêle, et je recherchai la présence du sucre dans tous ces produits.

1° Les matières alimentaires contenues dans l'estomac et dans l'intestin grêle présentaient une réaction acide, et ne donnèrent pas aux réactifs la moindre trace de sucre.

2° Le chyle blanc rosé extrait du canal thoracique laissa séparer un sérum laiteux, alcalin, dans lequel je constatai l'absence du sucre.

3° Le sang de la veine porte s'étant coagulé, il s'en sépara un sérum opalin légèrement lactescent et alcalin, dans lequel je constatai la présence d'une très-grande quantité de sucre.

4° Le sang du ventricule droit du cœur se coagula bientôt en

présentant un sérum alcalin et lactescent, dans lequel les réactifs démontrèrent beaucoup de sucre, mais en moins grande abondance cependant que dans le sang de la veine porte.

2e *expér.* — Un chien adulte et bien portant fut tué au troisième jour d'une abstinence absolue. J'ouvris aussitôt l'abdomen, et je constatai les phénomènes qui accompagnent l'inactivité des organes digestifs, savoir, un état de pâleur et d'anémie des organes du bas-ventre, et, de plus, la vacuité et la rétraction de l'estomac et des intestins. Les vaisseaux chylifères et le canal thoracique contenaient de la lymphe transparente avec un très-léger reflet opalin. Je recueillis séparément :

1° Du sang du tronc de la veine porte. Je constatai très-nettement dans le sérum limpide alcalin qui s'en sépara la présence du sucre, quoiqu'il y fût en moins grande abondance que dans l'expérience précédente.

2° Du sang du ventricule droit. Dans son sérum limpide alcalin, la présence du sucre était indubitable,

3° De la lymphe du canal thoracique, dans laquelle je ne constatai pas la moindre trace de sucre.

Je répétai plusieurs fois ces expériences, dans des circonstances semblables, avec des résultats identiques et sans arriver à comprendre comment le sang de la veine porte pouvait contenir tant de sucre quand les intestins n'en renfermaient aucunement. Réfléchissant cependant qu'il fallait bien que ce sucre provînt de quelque organe voisin, attendu que les parois de la veine porte n'avaient probablement pas la propriété de le sécréter, je fis l'expérience suivante :

3e *expér.* — Ayant tué aussi rapidement que possible, c'est-à-dire en quelques secondes, par la section du bulbe rachidien, un chien en digestion de matières alimentaires exemptes de sucre ou d'amidon, j'ouvris immédiatement la cavité abdominale, puis avec la plus grande célérité possible j'apposai des ligatures : 1° sur des rameaux veineux qui émanent de l'intestin grêle, non loin de cet intestin ; 2° sur la veine splénique, à quelques centimètres de la rate ; 3° sur les rameaux veineux sortant du pancréas ; 4° sur le tronc de la veine porte, avant son entrée dans le foie. Incisant

ensuite ces différentes veines derrière les ligatures que j'avais apposées, ou, autrement dit, entre la ligature et l'organe, je pus recueillir séparément le sang provenant de l'intestin grêle, de la rate, du pancréas, et celui qui refluait du foie. 1° Dans le sang des veines intestinales, de même que dans les matières contenues dans l'intestin, je constatai du sucre. 2° Le sang provenant de la rate ne contenait non plus aucune trace de sucre; 3° dans le sang des veines pancréatiques, je n'en trouvai pas davantage; 4° enfin, dans le sang qui reflua en grande abondance des veines hépatiques, après l'ouverture du tronc de la veine porte au-dessus de la ligature, ce ne fut pas sans étonnement que je rencontrai des quantités énormes de sucre. En voyant le sang du foie contenir autant de sucre, il était présumable que son tissu devait en renfermer. J'analysai donc une portion du foie de ce chien, et j'y trouvai des quantités très-considérables de sucre, tandis que le tissu de la rate, du pancréas, des ganglions mésentériques du même animal, également lavés et examinés avec soin, n'en dénotèrent aucune trace aux réactifs.

Dès lors il fut évident que c'était du foie que le sucre provenait.

Mais comment, dira-t-on, le sucre se rencontrait-il dans le sang de la veine porte et dans les veines hépatiques? En supposant qu'il fût formé dans le tissu du foie, le courant sanguin aurait dû l'emporter dans le sens des veines sus-hépatiques du côté du cœur, et l'empêcher de refluer par les veines hépatiques dans la veine porte. Cette remarque serait juste s'il s'agissait de la circulation générale, où l'on ne voit pas en effet le sang traverser, par un mouvement rétrograde, un tissu capillaire qu'il a déjà franchi dans un mouvement progressif. Mais pour le foie, il n'en est pas ainsi, et le reflux du sang des veines sus-hépatiques dans la veine porte est chose très-facile. Quant à la cause qui, dans mes expériences, a déterminé ce reflux du sang sucré du foie dans la veine porte, elle est très-simple à comprendre. En effet, la circulation du sang dans la veine porte,

à l'état physiologique, est produite surtout par la pression exercée sur les viscères par les parois abdominales. Il en résulte que le tronc et les rameaux de la veine porte sont naturellement comprimés. Lorsqu'on vient à ouvrir le ventre, cette compression cesse par l'issue des viscères abdominaux. Si on ajoute que, par cette hernie des organes, les rameaux vasculaires se trouvent tiraillés et allongés, on verra qu'à l'ouverture de l'abdomen il doit se faire une sorte de déplétion dans toute l'étendue de la veine porte et particulièrement dans les gros troncs : cette espèce de vide aspire le sang du foie et des autres organes avec d'autant plus de facilité qu'il n'y a pas de valvules pour empêcher la marche rétrograde du sang. Je n'insiste du reste pas davantage sur ce point, sur lequel j'aurai l'occasion de revenir dans d'autres circonstances. J'indique seulement que, dans mes expériences, la présence du sucre dans la veine porte doit être regardée comme accidentelle ; car j'ai pu l'éviter après en avoir connu la cause, en plaçant une ligature sur la veine porte à son entrée dans le foie, avant d'opérer le débridement ou l'éventration de l'animal. D'où il suit qu'à l'état physiologique il n'existe pas de sucre dans le sang qui entre dans le foie.

En résumé, par cette deuxième série d'expériences, nous avons appris qu'il existe du sucre en grande quantité dans le foie ; que ce sucre se dissout ou se mélange avec le sang qui traverse le foie, et se trouve ainsi apporté par les veines sus-hépatiques et la veine cave inférieure dans le cœur droit, où on le rencontre constamment.

3e *série d'expériences.*— Les faits exposés précédemment nous ont amené à trouver une source de sucre dans les animaux. Cette découverte nous paraît trop importante pour que nous ne l'entourions pas de toutes les garanties possibles. Nous allons donc indiquer les procédés que nous avons mis en usage

pour la recherche du sucre, afin que chacun puisse être à même de répéter les expériences, s'il le juge convenable.

1° *Recherche du sucre dans le foie.* Il suffit de prendre une certaine quantité du tissu du foie, de le broyer dans un mortier ou autrement, après quoi on le fait bouillir pendant quelques instants avec une petite quantité d'eau, puis on filtre pour obtenir le liquide de la décoction. Ce décoctum, qui ordinairement présente un aspect opalin, possède tous les caractères d'un liquide sucré. 1° Il brunit lorsqu'on le fait bouillir avec la potasse, et il réduit, dans de semblables circonstances, le tartrate double de potasse et le cuivre. Si l'on ajoute de la levure de bière avec une température convenable, au bout de très-peu de temps la fermentation s'établit et marche activement. On constate que c'est de l'acide carbonique qui se dégage, et lorsque la fermentation est achevée, si l'on distille le liquide restant, on obtient de l'alcool qui, suffisamment concentré par plusieurs distillations, s'enflamme et se reconnaît à tous ses caractères.

Les proportions considérables de sucre qui se montrent dans le foie par les réactions ci-dessus indiquées font penser qu'on peut arriver, en prenant une quantité assez considérable de l'organe, à en extraire le sucre en nature. Le procédé le plus simple consisterait à prendre des décoctions ou macérations de foie suffisamment concentrées, à les traiter par l'alcool pour séparer les matières albuminoïdes, puis à évaporer rapidement à une chaleur douce jusqu'à consistance sirupeuse convenable pour obtenir la cristallisation. En opérant de cette manière ou par d'autres moyens analogues, il a bien été possible d'obtenir la concentration des liqueurs sucrées, mais jamais la cristallisation n'a pu s'effectuer. Cela vient de ce que le tissu du foie, outre des grandes quantités de matières grasses et albumineuses, contient encore des proportions énormes de sels et particulièrement de chlorure de sodium. Si, par l'eau d'abord et ensuite par l'alcool suffisamment recti-

fié, on se débarrasse des premières substances, il devient extrêmement difficile d'opérer la séparation des sels qui, restant dans la dissolution sucrée, empêchent la cristallisation du sucre et constituent une véritable mélasse. Il serait peut-être d'un grand intérêt pour les chimistes de pouvoir séparer et analyser le sucre du foie; mais, à mon point de vue, la chose ne me semble pas indispensable, parce que l'ensemble des caractères que nous avons donnés, surtout la fermentation avec formation d'acide carbonique et d'alcool, me paraît plus que suffisant pour établir l'existence du sucre dans le foie.

Lorsqu'on s'est livré à la recherche du sucre dans le foie, et lorsqu'on voit cette substance y exister en telle abondance, que rien n'est si simple et si facile que d'en constater la présence par la fermentation, on reste surpris que ce fait soit resté si longtemps inconnu. Le foie est, en effet, chose bien vulgaire, et il suffit de prendre un morceau de cet organe chez un tripier pour voir tout ce que nous avons dit plus haut. Il est cependant une chose qui aurait dû frapper : c'est l'amertume extrême de la bile (1) et la saveur particulière sucrée du tissu du foie. Il est évident que l'amertume de la bile contenue dans les conduits hépatiques est tempérée ou masquée par le sucre du foie, et on peut dire avec justesse que dans cet organe le miel se trouve à côté du fiel.

La recherche du sucre dans le sang se fait très-simplement. Lorsque le sang est extrait du cœur ou des vaisseaux, je le laisse coaguler, et prenant dans un tube fermé par un bout une partie du sérum qui s'est séparé, j'y ajoute environ un sixième en volume de tartrate double de cuivre et de potasse; puis, faisant bouillir le mélange, il s'opère

---

(1) La bile ne contient pas de sucre; la matière décrite sous le nom de sucre biliaire est un autre principe.

une réduction de sel de cuivre proportionnel à la quantité de sucre contenu dans le sérum. Ce mode d'opérer, très-simple et très-rapide, dénote les moindres traces du sucre. Quand on opère en faisant des expériences comparatives, on pourrait à la rigueur s'en tenir à ce caractère. Cependant, si l'on désirait avoir plus de sécurité, on ajouterait de la levure de bière au sérum. et on recueillerait le gaz dans un appareil approprié. Si la quantité de sucre dans le sérum n'était pas assez considérable pour donner des produits de fermentation assez nets, on coagulerait une suffisante quantité de sérum par l'alcool, puis on traiterait la dissolution alcoolique filtrée et concentrée convenablement. Il est un point qu'on ne doit jamais perdre de vue quand on recherche le sucre dans le sang, c'est que ce principe s'y détruit spontanément avec une grande rapidité, de sorte qu'il faut agir sur le sérum aussi vite que possible et immédiatement après sa séparation. Si l'on voulait prévenir la destruction du sucre, on n'aurait qu'à coaguler le sang au sortir des vaisseaux par de l'alcool ou de l'acétate de plomb; alors la matière sucrée se conserverait parfaitement intacte dans la dissolution d'alcool ou d'acétate de plomb.

Nous devons actuellement nous prononcer sur l'espèce de sucre qu'on rencontre dans le foie et dans le sang. En rappelant les réactions qu'il nous a offertes, on peut conclure que ce n'est ni du sucre de lait ni du sucre de canne. Ce n'est pas du sucre de canne, parce qu'il brunit par la potasse et réduit les sels de cuivre; ce n'est pas du sucre de lait, parce qu'il fermente avec une grande rapidité. Restcrait donc le sucre de raisin ou glucose, dont le sucre de foie nous a présenté les caractères chimiques, quoique cependant il en diffère au point de vue physiologique. Plus tard, dans un travail qui suivra celui-ci, en m'occupant du mécanisme par lequel le sucre se détruit dans le sang, je montrerai que le

sucre de diabète, qui a été considéré comme chimiquement identique au sucre de raisin (glucose), en diffère notablement par certains caractères physiologiques. Or, je puis le dire par anticipation, le sucre qu'on rencontre dans le foie est du sucre de diabète.

4e *série d'expériences.* — Nous savons maintenant que le sucre qu'on rencontre dans les corps des animaux se trouve spécialement concentré dans leur foie. Mais d'où provient-il définitivement? A cet égard, deux suppositions peuvent être faites : ou bien il résulte directement d'une transformation particulière de certains éléments du foie, ou bien on peut encore admettre que le sucre est seulement déposé ou accumulé dans l'organe hépatique par suite des alimentations anciennes. En effet, les animaux nourris avec la viande ou mis à l'abstinence avaient sans doute, dira-t-on, mangé précédemment du pain ou du sucre, et comme ces substances, absorbées par la veine porte, ont dû de toute nécessité traverser le tissu du foie, on pourrait supposer, dis-je, que le foie aurait retenu en partie la matière sucrée. Pour corroborer cette manière de voir, on rappellerait que le foie a la propriété de retenir ainsi l'arsenic et certains autres poisons métalliques, etc. Sans nier que le foie puisse jouer dans quelques cas le rôle d'organe condensateur, je dois dire que les expériences qui suivent éloignent cette explication.

1re *expérience.* — Un chien adulte et bien portant a été mis à l'abstinence d'aliments solides et liquides pendant huit jours; après ce temps, l'animal a été nourri durant onze jours abondamment et exclusivement avec de la viande cuite (tête de mouton). Le 19e jour de sa séquestration, l'animal a été tué, en pleine digestion. Son sang contenait beaucoup de sucre, et le tissu du foie en fournissait des quantités tout aussi abondantes que dans nos premières expériences.

J'ai réitéré cette expérience trois fois de la même manière avec des résultats semblables.

Ces expériences ne permettent plus, ce me semble, de penser que le foie ne fait que retenir le sucre des aliments, car après dix-neuf jours, son élimination aurait certainement dû être effectuée. Les faits suivants prouvent en effet que cette élimination est très-rapide.

2ᵉ *expér.* — Sur un lapin adulte et vigoureux, en pleine digestion d'herbes et de carottes, j'ai coupé les deux pneumogastriques dans la région moyenne du cou. Dix-sept heures après, l'animal fut trouvé mort et encore chaud. Je fis son *autopsie* avec soin, et je ne trouvai pas de trace de sucre ni dans le sang ni dans le foie. La bile, qui est habituellement alcaline chez ces animaux, était très-nettement acide et verdâtre.

3ᵉ *expér.* — Sur un chien adulte et vigoureux, en pleine digestion, je coupai les deux nerfs pneumogastriques dans la région moyenne du cou. Le chien mourut le 2ᵉ jour, et son foie ni son sang, examinés aussitôt après la mort, ne dénotèrent aux réactifs la présence du sucre. La bile contenue dans sa vésicule était également acide.

L'effet de cette section des nerfs pneumogastriques sur les fonctions du foie, si le résultat se maintient en répétant les expériences, me paraît excessivement remarquable. Il en résulterait, en effet, que cette formation de sucre dans le foie, qui est évidemment un fait chimique, se trouve directement liée à l'influence du système nerveux. D'une autre part, ces expériences prouvent que l'élimination du sucre antérieurement contenu dans le foie a dû se faire très-rapidement, car alors on n'en trouve plus d'une manière sensible, lors même que les animaux en ont dans l'estomac (expér. 2).

S'il était nécessaire de démontrer, par de nouveaux arguments, que la formation du sucre hépatique est indépendante des aliments, je dirais que j'ai constaté, sur de jeunes veaux pris aux abattoirs, que le sucre existe dans le foie en très-

grande proportion pendant la vie intra-utérine. Toutefois, ce n'est que vers le quatrième ou cinquième mois de la vie intra-utérine, que cette présence du sucre commence à se manifester dans le foie, et la proportion de ce principe augmente à mesure qu'on approche de la naissance.

De tout cela, je crois donc pouvoir conclure que le sucre se forme dans le foie, et que cet organe est en même temps le *siége* et l'*origine* de la matière sucrée chez les animaux.

Conclusions et réflexions.

Les conclusions qui me paraissent découler des faits contenus dans ce mémoire sont :

1° Qu'à l'état physiologique, il existe constamment et normalement du sucre de diabète dans le sang du cœur (1) et dans le foie de l'homme et des animaux.

2° Que la formation de ce sucre a lieu dans le foie, et qu'elle est indépendante d'une alimentation sucrée ou amylacée.

3° Que cette formation du sucre dans le foie commence à s'opérer dans l'animal avant la naissance, par conséquent avant l'ingestion directe des aliments.

4° Que cette production de matière sucrée, qui serait une des fonctions du foie, paraît liée à l'intégrité des nerfs pneumogastriques.

Il est évident que devant ces faits, cette loi, que les animaux ne créent aucun principe immédiat, mais ne font que détruire ceux qui leur sont fournis par les végétaux, doit cesser d'être vraie, puisque en effet les animaux, à l'état

---

(1) Nous verrons ultérieurement, en parlant de la destruction du sucre, qu'il peut avoir disparu avant d'arriver dans les veines superficielles du corps où l'on pratique habituellement la saignée.

physiologique, peuvent, comme les végétaux, créer et détruire le sucre.

De ce que l'organisme animal produit du sucre sans faire intervenir l'amidon, ce que les moyens chimiques connus ne nous permettent pas de faire, je n'en conclurai pas qu'il faut diminuer l'importance des connaissances chimiques dans l'étude des phénomènes de la vie. Je suis, au contraire, de ceux qui apprécient le plus tous les progrès que la chimie organique moderne a fait faire à la physiologie. Seulement je pense, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire (1), que pour éviter l'erreur et rendre tous les services dont elle est capable, la chimie ne doit jamais s'aventurer seule dans l'examen des fonctions animales; je pense qu'elle seule est apte, dans beaucoup de cas, à résoudre des difficultés qui arrêtent la physiologie, mais elle ne peut pas la devancer, et je pense enfin que, dans aucun cas, la chimie ne doit se croire autorisée à restreindre les ressources de la nature, que nous ne connaissons pas, aux limites des faits ou des procédés qui constituent nos connaissances de laboratoire.

La question de l'origine du sucre dans les animaux, que nous venons d'examiner dans ce travail, est encore loin de nous être connue dans tous ses éléments. En effet, si nous possédons déjà des résultats bien positifs, il y a, d'un autre côté, des faits à élucider. Nous devons indiquer ces faits, afin de les signaler à l'étude et de montrer toute l'étendue de notre sujet, que nous n'avons fait qu'aborder dans ce premier travail.

D'après ce que nous avons dit sur l'existence du sucre dans

---

(1) *Expériences sur les manifestations chimiques diverses des substances introduites dans l'organisme* (*Archives génér. de méd.*, 4e série, 1848, t. XVI).

le foie, il ne faudrait pas croire qu'en allant dans un amphithéâtre et qu'en prenant le foie d'un cadavre on y trouverait sûrement du sucre. Il existe, en effet, un grand nombre de maladies dans lesquelles le sucre disparaît et ne se retrouve plus dans le foie après la mort. Chez les diabétiques, on sait que le sucre disparaît des urines dans les derniers temps de la vie ; il disparaît également du foie, car le foie d'un diabétique que j'ai eu l'occasion d'examiner sous ce rapport ne contenait pas de sucre. J'ai recherché le sucre dans les cadavres de 18 sujets morts de maladies différentes : il en est qui m'ont offert des proportions diverses de sucre, il en est d'autres qui n'en contenaient aucune trace. Mes observations sur ce point ne sont pas assez nombreuses pour que je puisse décider s'il y a des maladies où le sucre disparaît constamment, tandis qu'il persisterait dans d'autres. Chez les animaux affaiblis par une très-longue abstinence, devenus malades ou morts de maladies, le sucre diminue souvent d'une manière considérable ou même disparaît complétement. Tous les foies des animaux de boucherie doivent donc contenir beaucoup de sucre, s'ils ont été tués dans des conditions convenables. Les foies pris chez les tripiers m'ont toujours présenté une grande quantité de sucre. Enfin, il est une question que nous devrons examiner avec soin : c'est de savoir s'il existe du sucre en même proportion chez toutes les classes d'animaux pris dans des conditions semblables. Je puis déjà affirmer qu'il paraît y avoir des différences à cet égard : 1° chez les oiseaux (poulet, pigeon), la proportion de sucre est très-considérable ; 2° chez les mammifères (chien, lapin, porc, bœuf, veau, cheval), la proportion de sucre est également très-considérable ; 3° chez les reptiles (grenouille, lézard), la quantité de sucre trouvée dans le foie est très-faible ; 4° dans les poissons, chez la raie et l'anguille, dont j'ai examiné le foie à l'état aussi frais que possible, je n'ai

pas trouvé la moindre trace de sucre. D'où vient cette disparition de sucre chez certains animaux à sang froid? Cela tiendrait-il à l'énergie moins grande des phénomènes respiratoires, qui, ainsi que nous le verrons ultérieurement, sont dans un rapport très-intime avec la formation du sucre dans le foie?
